

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шагиев И.И., Дресвянников А.Ф. Комплексная оценка качества песка для стекольной промышленности // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19, № 10. – С. 86–90.
2. Иванова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розина Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. – Л.: Недра, 1974. – 399 с.
3. Маневич В.Е., Субботин К.Ю., Ефремов В.В. Сырьевые материалы, шихта и стекловарение. – М.: РИФ «Стройматериалы», 2008. – 224 с.

УДК 691.335

Т.В. Булай, ст. преп. (ГрГУ им. Янки Купалы, г. Гродно);  
М.И. Кузьменков, проф., д-р техн. наук;  
Н.М. Шалухо, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕРНОГО БЕТОНА**

Развитие строительной отрасли приводит к использованию новых эффективных строительных материалов. Одним из таких материалов является серный бетон – композиционный материал, состоящий из заполнителей и наполнителей, серного вяжущего и добавок [1].

Главной задачей исследований являлось определение физико-механических свойств серного бетона. Объектом исследования являлись образцы из серного бетона, полученные из серы и заполнителей.

Технологический процесс изготовления образцов заключался в приготовлении сырьевой смеси, разогрев ее при непрерывном перемешивании до температуры 120–150 °С, заливка в предварительно разогретые формы и последующее виброуплотнение. После остывания смеси образцы извлекались из форм и подвергались исследованиям физико-механических свойств [2].

В качестве заполнителя для приготовления серного бетона использовался строительный песок различных фракций. Испытание образцов проводилось на следующий день после их формования. Использование гранитных отсеков для изготовления образцов из серного бетона предполагало снижение его стоимости без ухудшения свойств.

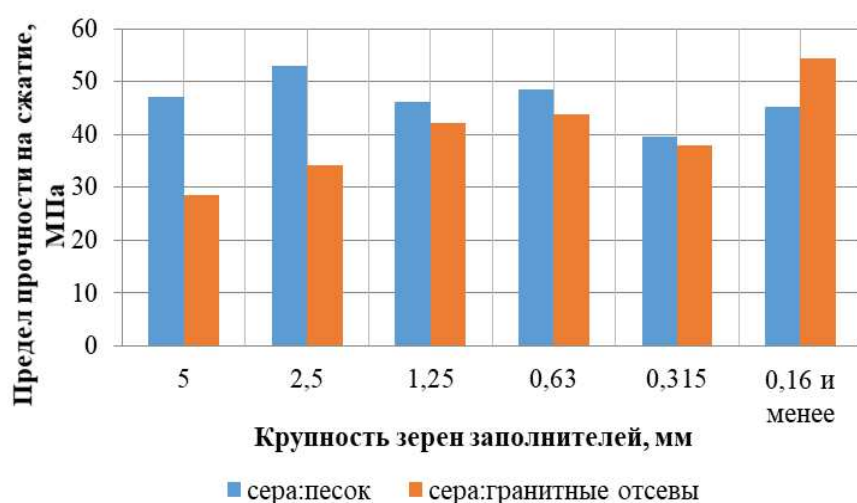
Результаты исследований прочностных характеристик серного бетона с песком и гранитными отсеками представлены на рисунке 1.

Результаты исследований показали, что серный бетон обладает свойством быстрого набора прочности, при чем высокие прочностные показатели были достигнуты на мелких и пылеватых фракциях песка,

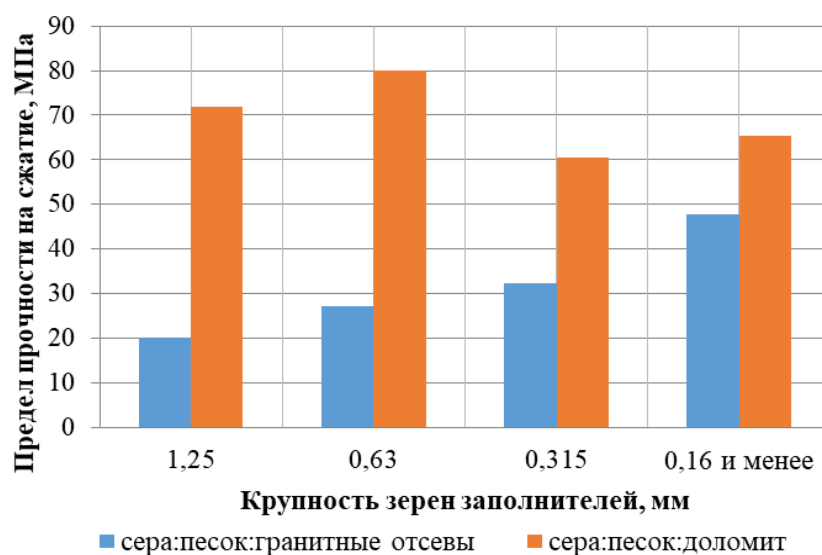
что при изготовлении бетонов на портландцементом вяжущем невозможно. Показатели предела прочности на сжатие серного бетона с использованием гранитных отсевов показали хороший результат, однако, некоторые значения предела прочности на сжатие все же уступают показателям для составов сера : песок.

Для получения серного бетона с максимальной прочностью представляло интерес подобрать оптимальный состав на мелких и пылеватых фракциях песка, заменяя часть его другими заполнителями.

Результаты исследований серного бетона, изготовленного из серы, песка, гранитных отсевов и доломитовой муки представлены на рисунке 2.



**Рисунок 1 – Зависимость предела прочности серного бетона на сере технической от вида и крупности заполнителя**



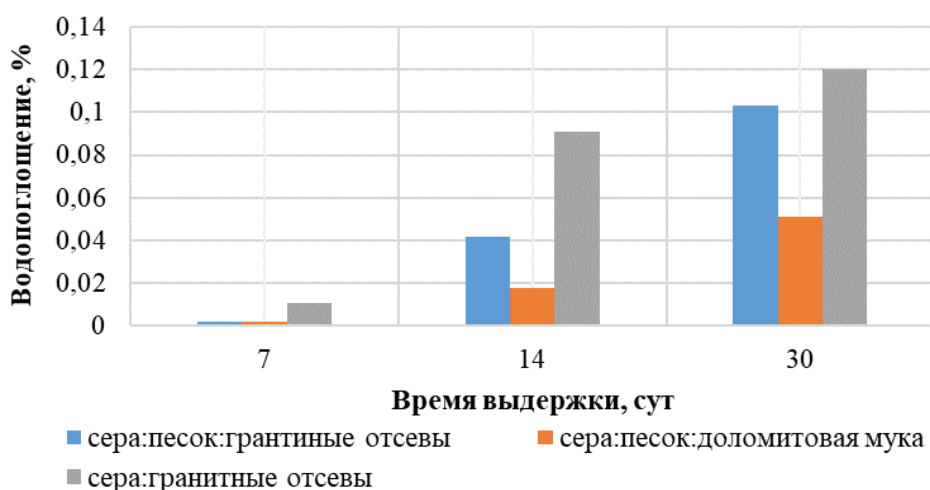
**Рисунок 2 – Зависимость предела прочности серного бетона от соотношения компонентов, вида, крупности заполнителя**

Показатели предела прочности на сжатие серного бетона с заменой части песка гранитными отсевами показали меньшие значения по сравнению с образцами серного бетона, изготовленными без них (рисунок 2). Однако необходимо заметить, что со снижением размеров частиц наполнителей до 0,16 мм и менее наблюдалось значительное увеличение прочности образцов до 47,86 МПа. Образцы из серного бетона, изготовленные с использованием доломита и песка, показали значительное увеличение прочности до 65,42 МПа [4].

По результатам прочностных испытаний видно, что серный бетон в возрасте 1 суток обладает прочностью близкой к прочности мелкозернистого бетона в возрасте 28 суток. Следует отметить, что вид и фракционный состав наполнителей оказывает существенное влияние на прочностные свойства серного бетона, т.к. наполнители мелких и тонких фракций полностью взаимодействуют с серным вяжущим, равномерно распределяются по всему объему смеси и образуют однородную массу, которая при застывании формирует плотный и прочный материал.

Как отмечалось ранее, в технологическом процессе приготовления серного бетона полностью отсутствует вода, что является несомненным преимуществом данного материала по сравнению с цементными бетонами.

Исследование водопоглощения серного бетона оценивалось по потерям массы образцов с различными заполнителями в возрасте 7, 14, 30 суток. Результаты испытаний приведены на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Зависимость водопоглощения серного бетона от вида заполнителя**

Как видно из рисунка 3 все образцы серного бетона показали хороший результат в сравнении с бетоном на портландцементном вяжу-

щем, значения водопоглощения которого равны 4,2–5,7 %. Водопоглощение к 30 суткам выдерживания в воде составило от 0,002 до 0,12 %. Для серного бетона, изготовленного из природной серы и кварцевого песка, значение водопоглощения в возрасте 30 суток составило 0 % [5].

Согласно полученным экспериментальным данным следует, что наилучшими физико-механическими свойствами обладают следующие из исследуемых составов серного бетона: 50 мас. % серы природной, 40 мас. % песка и 10 мас. % гранитных отсеков, 40 мас. % серы природной, 20 мас. % песка и 40 мас. % доломитовой муки.

Таким образом, высокие показатели прочностных свойств и низкие значения водопоглощения дают основание рекомендовать данный материал для использования в качестве специального вида цементав строительном комплексе в тех случаях, где цементный бетон уступает серному по химической устойчивости в различных агрессивных средах (солебвые рассолы и др.). Кроме того, низкие энергозатраты на производство серного бетона по сравнению с цементным придают ему хорошую экономическую привлекательность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волгушев А. Н. Серное вяжущее и композиции на его основе // Бетон и железобетон. 1997. – № 5. – С. 46–48.
2. Кузьменков М. И., Булай Т. В. Получение серного бетона и изучение его свойств / М. И. Кузьменков, Т. В. Булай // сб. научных трудов «Проблемы современного бетона и железобетона». – Минск «Колорград», 2017. Вып. 9. – С. 316–324.
3. Булай Т. В. Кузьменков Д. М., Шалухо Н. М. Исследование физико-механических свойств серного бетона // Международная научн. конф. «Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации», посвященной 50-летию Полоцкого гос. ун-та: сб. матер. конф., 5–6 апр. 2018 г. Новополоцк, 2018. – С. 46–48.
4. Использование гранитных отсеков в производстве серного бетона / Н. М. Шалухо [и др.] // 5-й Белорусско-Прибалтийский форум «Сотрудничество – катализатор инновационного роста»: сб. матер.: Минск, 9–10 октября 2019 г. Минск, 2019. С. 34–35.
5. Исследование водопоглощения серного бетона / Т. В. Булай [и др.] // 83-я научно-техн. конф. проф.-препод. состава, научн. сотр. и асп. (с международным участием): сб. тез. докл. Минск, 4–14 фев. 2019 г. Минск, 2019. С. 44–45.